

Bericht aus dem  
Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung <sup>2109</sup>  
der Technischen Hochschule Braunschweig



Brandversuche an Holzkonstruktionen -  
Verbesserung des Feuerwiderstandes von Bauholz

- Drei Prüfberichte -

o.Professor Dr.-Ing. habil. Th. Kristen  
Dipl.-Ing. H.-J. Wierig

Mai 1958

Die Arbeiten wurden durchgeführt im Auftrage des  
Bundesministeriums für Wohnungsbau Az. II A 5 -  
5073 Nr. 74/1/57

JK 699.81:694 0015

o.Prof. Dr.-Ing. Kristen  
Technische Hochschule Braunschweig  
Lehrstuhl für Baustoffkunde und  
Stahlbeton der Abt. für Architektur  
Direktor des Instituts für Baustoffkunde  
und Materialprüfung der Fakultät für Bauwesen  
Direktor des Niedersächsischen Material-  
prüfungsamtes Hannover

19. 7. 57  
534/Wie/Wi

## P r ü f b e r i c h t

über die Prüfung von zwei Holzbalkendecken auf  
Widerstandsfähigkeit gegen Feuer.

Die Prüfungen wurden durchgeführt im Auftrage  
des Bundesministeriums für Wohnungsbau,  
Forschungsauftrag:

"Brandversuche an Holzkonstruktionen -  
Verbesserung des Feuerwiderstandes von Bauholz"

Az. II A 5 - 5073 Nr. 74/1/57.

### 1. Allgemeines

Zur Erforschung der Verbesserungsmöglichkeiten der Widerstandsfähigkeit von Holzkonstruktionen gegen Beanspruchung durch Feuer sind Brandversuche an verschiedenen Bauteilen vorgesehen. Dabei sollen jeweils zwei im Material und in den Abmessungen gleichartige Bauteile geprüft werden, von denen einer mit einem Flammenschutzmittel behandelt ist.

Die Versuchsreihe begann mit den nachfolgend beschriebenen Brandversuchen an zwei Holzbalkendecken.

### 2. Beschreibung der Versuchsstücke

Jedes Versuchsstück bestand aus 3 Balken 10/18 cm von 4,20 m Länge und 78 cm Achsabstand. Ein Zwischenboden aus gesäumten und entrindeten Schwarten von etwa 2,4 cm Dicke war nach oben mit einer Lage dicken Packpapiers abgedeckt, damit die aus geglühtem Sand bestehende Schüttung nicht durch die Fugen zwischen den Zwischenbodenbrettern rieseln konnte.

Der Zwischenboden lagerte auf Latten  $3/5$  cm, die an die tragenden Balken mit Nägeln  $31/65$  angenagelt waren. Der Abstand der einzelnen Nägel betrug etwa 40 cm.

Nach unten wurden die Decken von einem Kalk-Gips-Sand-Putz (MV 1 : 1 : 4 n. Rtl.) auf einem selbsttragenden "Titan"-Rabitzrohrgewebe abgeschlossen. Die Putzdicke über dem Putzträger gemessen betrug 1,5 cm.

Oben waren die Decken mit Fußbodendielen  $7/8 \times 5$ " abgedeckt. Die Fußbodendielen lagerten auf Lagerhölzern  $4 \times 6$  cm, die in die Sandschüttung gebettet waren. Durch eine Zwischenlage aus Sillan-Streifen wurde verhindert, daß die Fußbodendielen, unmittelbar mit den tragenden Balken in Berührung kamen.

Die Schüttung aus geblühtem Sand wurde mit einer leichten Überhöhung über die Oberkante der tragenden Balken eingebracht, so daß die Fußbodenbretter fest auf der Sandschüttung auflagen.

Die Einzelheiten der Konstruktion können aus der Zeichnung in Anlage 1 zu diesem Prüfbericht entnommen werden.

Für die Balken wurde Fichten-Kantholz Schnittklasse B, für die Fußbodendielen nordische Fichten-Hobeldielen Klasse 2 verwendet.

### 3. Behandlung mit einem Flammschutzmittel

Eines der beiden Versuchsstücke, im folgenden als Versuchsstück Nr. 2 bezeichnet, wurde von Fachkräften des Instituts unter Aufsicht eines Herren der Herstellfirma mit dem Flammschutzmittel "Basilitol F - extra" behandelt. Die Konzentration betrug etwa  $480 \text{ g/m}^2$  des Mittels im nassen Zustand bezogen auf die behandelte Fläche. Nach Angabe der Herstellfirma entspricht eine Naß-Konzentration von  $480 \text{ g/m}^2$  einer Trocken-Konzentration von etwa  $340 \text{ g/m}^2$ .

Das Flammschutzmittel wurde mit einem Pinsel aufgetragen aus Anlage 1 zu diesem Prüfungszeugnis ist zu entnehmen, welche Teile der Holzbalken-Deckenkonstruktion mit dem Flammschutzmittel behandelt worden sind.

### 4. Versuchsanordnung

Zur Durchführung der Brandversuche wurden die beiden Versuchsdecken in Brandhäuser eingebaut. Die Belastung bestand aus einer Einzel-Linienlast von 900 kg in Feldmitte der Spannweite. Die rechnerische Randspannung in den Balken betrug  $100 \text{ kg/cm}^2$ . Die Belastung war so angeordnet, daß sie auch nach Durchbiegung der Decken während des Brandversuches voll wirksam blieb. Die Durchbiegung der Decken wurde in Feldmitte gemessen.

Zur Messung der Brandtemperaturen in der Brandkammer dienen NiCr.-Ni Thermoelemente.

Auf der dem Feuer abgekehrten Seite der Versuchsstücke waren 5 Temperaturmeßstellen angebracht. Diese Temperaturmeßstellen bestanden aus Cu.-Const. Thermoelementen, die unter einem Asbestplättchen von 5 x 5 x 0,5 cm Abmessungen angeordnet waren. Zwei weitere Thermoelemente waren am Zwischenboden der Decken angebracht.

Die Lage der Temperaturmeßstellen und die Versuchsanordnung sind aus Anlage 2 zu diesem Prüfbericht zu entnehmen.

### 5. Meßergebnisse und Beobachtungen

Unmittelbar vor den Brandversuchen wurde der Feuchtigkeitsgehalt der Holzbalken mit dem Siemens-Holzfeuchtemesser zu 11 % und der der Sandschüttung durch Trocknen bei 105°C zu 0,4 Gew.% ermittelt.

Während der Brandversuche wurden die Temperaturen in der Brandkammer nach der Einheitstemperaturkurve DIN 4102 Blatt 3 gesteigert. Die gemessenen Temperaturen und Durchbiegungen sind in den Zahlentafeln 1 und 2 zusammengestellt und in der Anlage 3 graphisch aufgetragen.

#### Zahlentafel 1

Meßergebnisse am Versuchsstück 1 (unbehandelt)

Feuerungsart : Holz

Außenlufttemperatur : 23°C.

Versuchsdauer i.Min.	Temp. i.d. Brandkammer °C *)	Temp. am Zwischenboden °C **)	Außentemperaturen in °C					Durchbiegung in mm ***)
			1	2	3	4	5	
0	-	-	-	-	-	-	-	3,5
5	434	78	-	25	24	25	24	4,5
10	600	90	-	27	26	27	26	6,75
15	688	92	-	27	26	27	25	7,0
20	744	165	-	27	27	27	26	10,25
25	768	****)	-	26	26	25	25	12,25
30	850	-	-	28	28	27	25	13,0
40	822	-	****)	76	85	37	30	14,5

\*) Mittelwert aus 5 Meßstellen

\*\*) Mittelwert aus 2 Meßstellen

\*\*\* ) Durchbiegung der unbelasteten Decke = 0 mm

\*\*\*\*) Meßstelle ausgefallen

Min. n. Versuchsbeginn

etwa 20'

" 30'

" 34'

" 43'

Beobachtungen:

Putz fällt herunter,

Sand aus der Schüttung rieselt

durch den Zwischenboden,

Bräunung an den Fugen der Fuß-

bodendielen,

Durchbrand der Decke etwa in Feldmitte,

Versuch abgebrochen.



Meßergebnisse an Versuchsstück 2  
(mit Flammenschutzmittel behandelt)  
Feuerungsart : Öl  
Außenlufttemperatur : 25°C

Versuchsdauer i.Min.	Temp. i.d. Brand- kammer °C *)	Temp. am Zwischen- boden °C **)	Außentemperaturen in °C					Durch- biegung in mm ***)
			1	2	3	4	5	
0	-	-	-	-	-	-	-	4,5
5	450	76	-	32	34	27	27	4,7
10	574	83	-	32	32	26	26	5,2
15	670	85	-	32	32	27	26	6,0
20	726	105	-	30	29	26	25	6,7
25	818	-****)	-	31	30	27	26	8,7
30	856	-	-	31	31	27	26	10,0
40	848	-	****)	31	37	27	27	12,0
43	Versuch abgebrochen							

- \*) Mittelwert aus 5 Meßstellen  
 \*\*) Mittelwert aus 2 Meßstellen  
 \*\*\*) Durchbiegung der unbelasteten Decke = 0 mm  
 \*\*\*\*) Meßstelle ausgefallen

Min. n. Versuchsbeginn

Beobachtungen:

20'	Putz abgefallen,
24'	durchdringende Geruchsentwicklung,
28'	Sandschüttung beginnt zu rieseln,
38'	Rauch dringt an einigen Fugen durch die Decke,
43'	Durchbrand etwa in Feldmitte.

Die Brandversuche wurden abgebrochen, nachdem die Flammen in beiden Fällen in der 43. Minute nach Versuchsbeginn durch die Prüfstücke hindurchschlugen.

Nach dem Ablöschen des Feuers wurde festgestellt, daß in beiden Versuchsstücken bis auf drei oder vier Stück alle Zwischenbodenbretter herabgefallen waren. Die tragenden Balken 10/18 cm waren nach dem Versuch noch in den Abmessungen von ungefähr 9,5/15,5 cm erhalten.

## 6. Zusammenfassung

Es wurden zwei Holzbalkendecken auf Widerstandsfähigkeit gegen Feuer untersucht. Eine der beiden Decken war mit einem schaumschichtbildenden Flammenschutzmittel behandelt.

Beide Decken versagten in der 43. Minute nach Versuchsbeginn dadurch, daß die Fußbodendielen an der Deckenoberfläche entflammten, nachdem vorher zunächst der Putz von den Decken

gefallen und die Schüttung durch den entflammten Zwischenboden gerieselte war.

Die Behandlung mit einem Flammschutzmittel hat bei der geprüften Konstruktion keine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Feuer bewirkt.

Der Direktor des Instituts

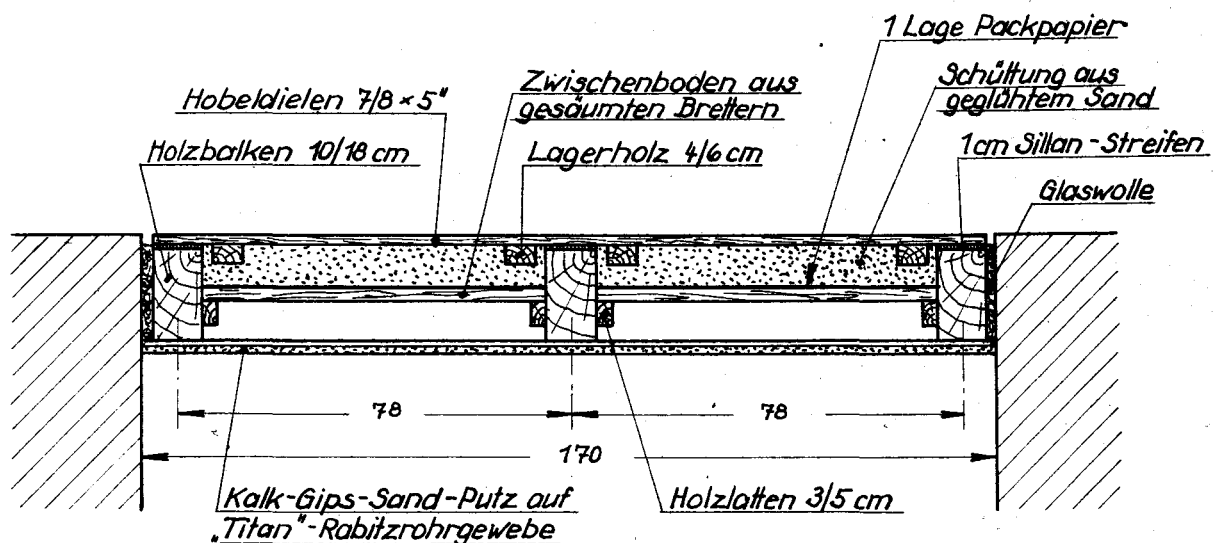
Der Sachbearbeiter

(Prof. Dr.-Ing. Kristen)

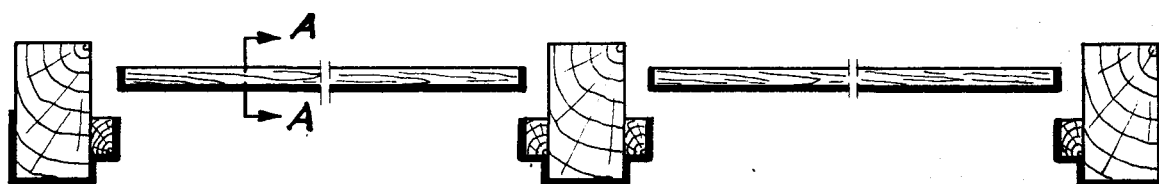
(Dipl.-Ing. Wierig)

Braunschweig, 19. 7. 57

## Querschnitt durch die Versuchsdecken M.1:15



## Flammschutzmittel-Anstrich am Versuchsstück 2 schematisch



— Flammschutzmittel „Basilitol F-extra“

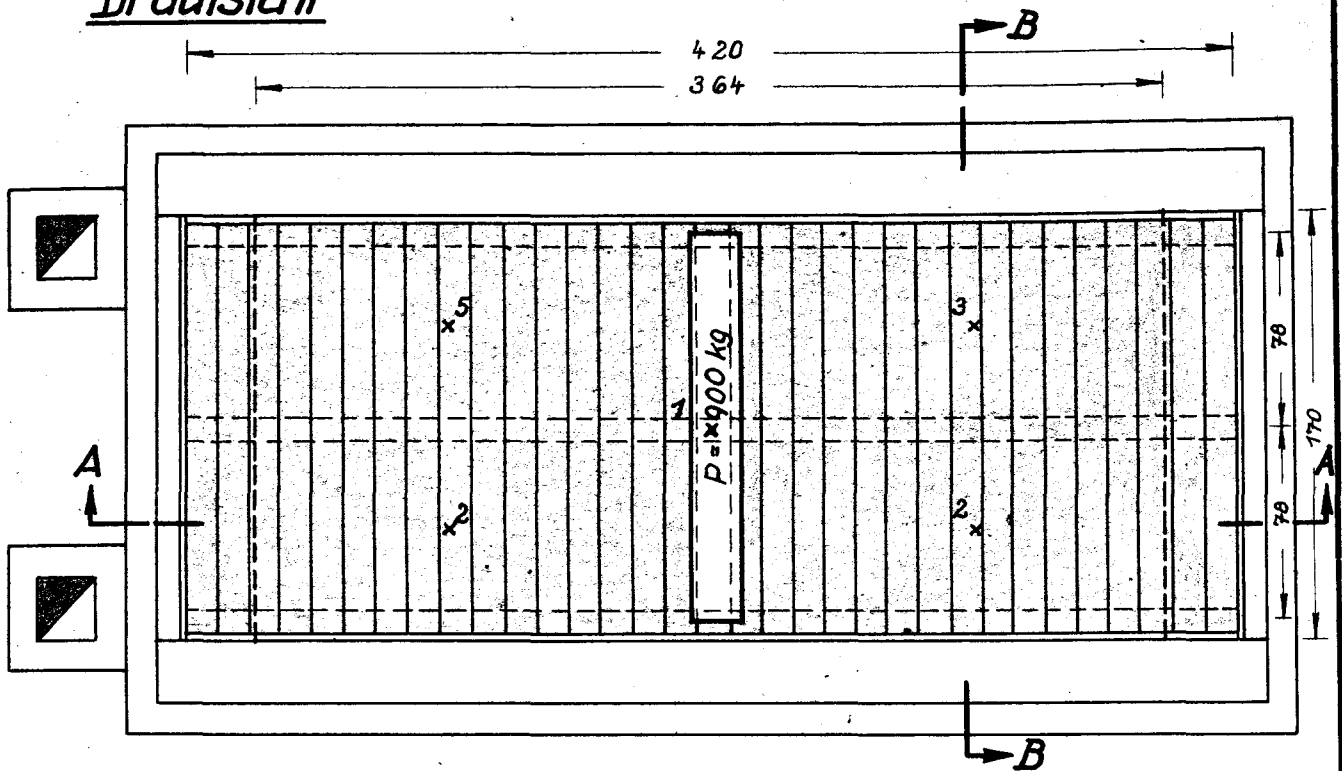
### Schnitt A-A



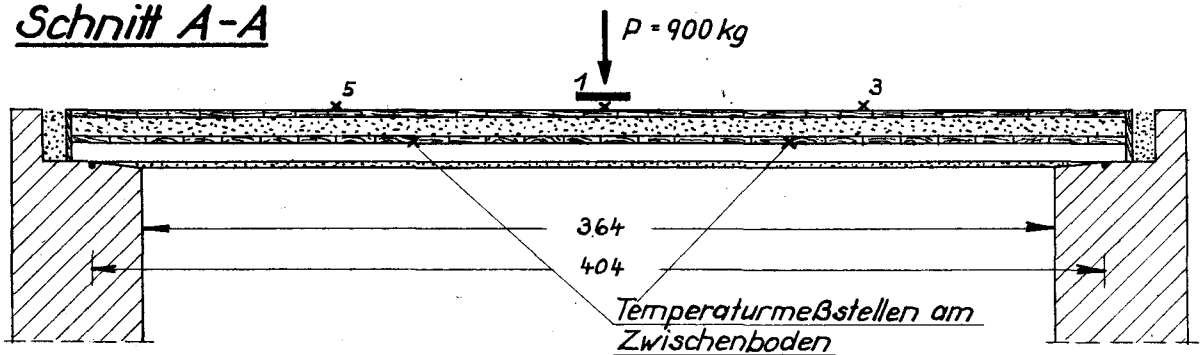
Maße in cm

# Versuchsanordnung M. 1:30

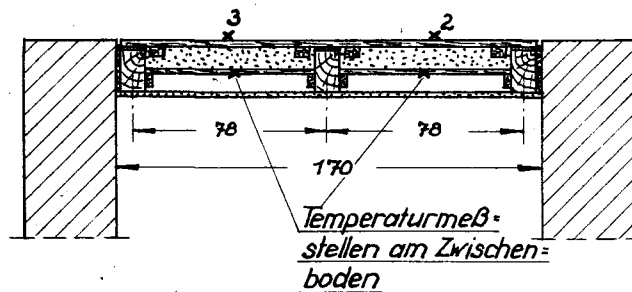
## Draufsicht



## Schnitt A-A



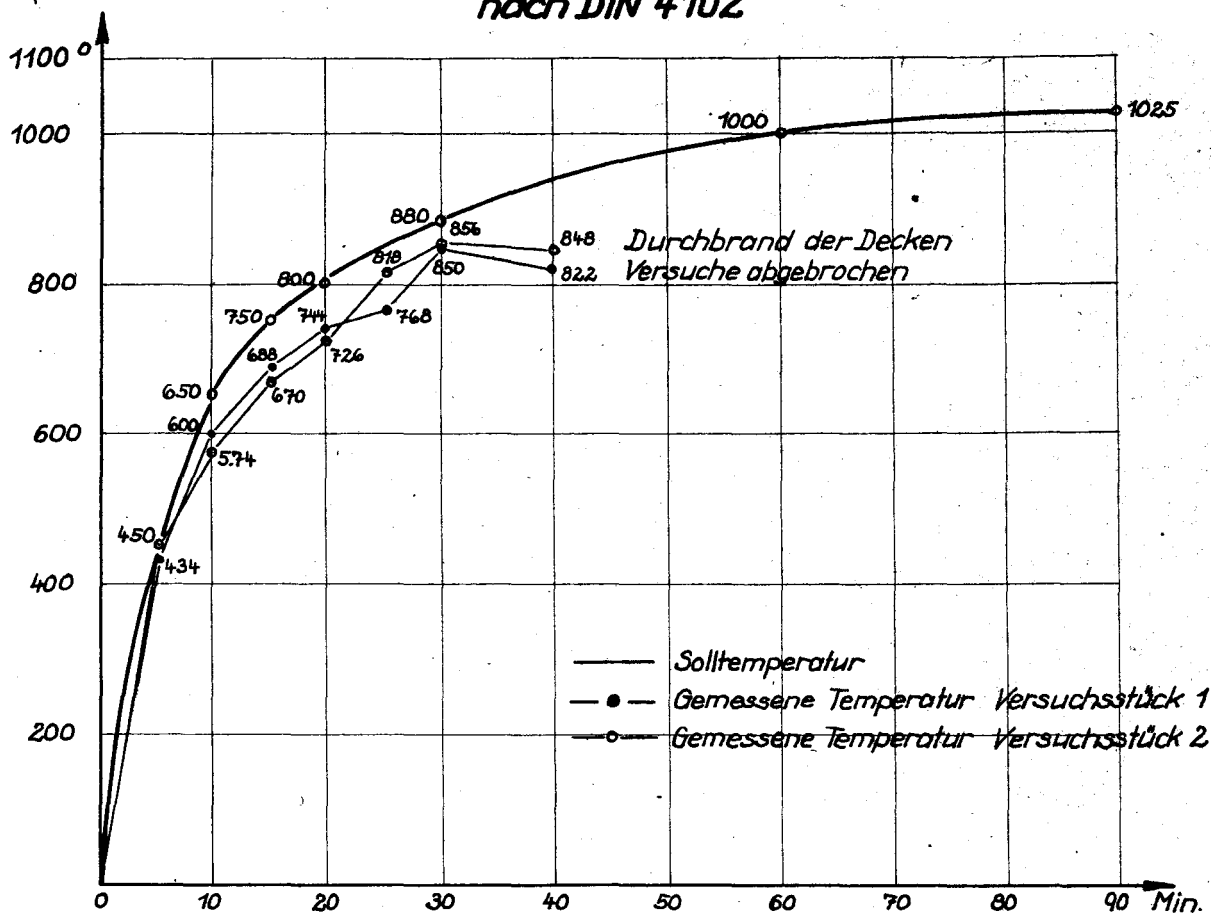
## Schnitt B-B



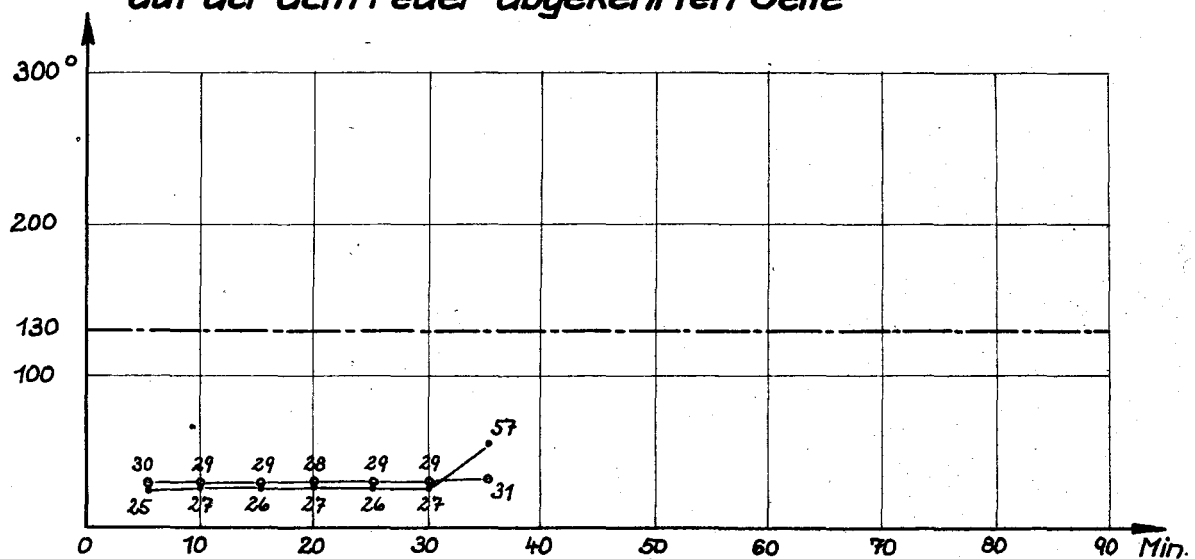
x) 1-5 Temperaturmeßstellen-

Maße in cm

# Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102



## Mittelwert der Oberflächentemperaturen auf der dem Feuer abgekehrten Seite



o.Prof. Dr.-Ing. Kristen  
Technische Hochschule Braunschweig  
Lehrstuhl für Baustoffkunde und  
Stahlbeton der Abt. für Architektur  
Direktor des Instituts für Baustoffkunde  
und Materialprüfung der Fakultät für Bauwesen

4. 12. 57  
841/Wie/Wi

## Prüfbericht Nr. 2

über die Prüfung von zwei Dachstühlen auf  
Widerstandsfähigkeit gegen Feuer

Die Prüfungen wurden durchgeführt im Auftrage  
des Bundesministeriums für Wohnungsbau,  
Forschungsauftrag:

"Brandversuche an Holzkonstruktionen -  
Verbesserung des Feuerwiderstandes von Bauholz"

Az. II A 5 - 5073 Nr. 74/1/57.

### 1. Allgemeines

Durch eine Serie von Brandversuchen an verschiedenen Baukonstruktionen aus Holz soll untersucht werden, ob die Widerstandsfähigkeit von Holz gegen Feuerbeanspruchung durch Anstriche mit Flammschutzmitteln erhöht werden kann. Zu diesem Zweck werden jeweils zwei gleichartige Konstruktionen geprüft. Eine der beiden Konstruktionen ist ungeschützt, während die andere mit einem Flammschutzmittel ausgerüstet ist.

Die Versuchsreihe begann mit der Prüfung von zwei Holzbalkendecken. Diese Versuche wurden im Prüfbericht Nr. 1 vom 19.7.1957, 534/Wie/Wi beschrieben. Nachfolgend wird über Brandversuche an zwei Dachstühlen berichtet, mit denen die Versuchsreihe fortgesetzt wurde.

### 2. Beschreibung der Versuchsstücke

Bei den Versuchs-Dachstühlen handelte es sich um Kehlbalkendächer. Jeder Dachstuhl bestand aus 3 Bindern von 7,80 m Spannweite und 3,37 m Firsthöhe. Der Achsabstand der Binder betrug 0,75 m. An den beiden Giebelseiten wurden die Dach-

stühle durch 20 cm dicke Wände aus Ytong-Steinen abgeschlossen. In den Giebelwänden waren "Fenster" von einer Lichtweite von 25 x 50 cm angeordnet. Die Abdeckung der Dachstühle erfolgte mit Dachziegeln (Hohlpfannen) nach DIN 456 E, die auf Dachlatten (Achsabstand 30 cm) verlegt und mit Kalkmörtel\*verstrichen waren.

Die einzelnen Hölzer der Konstruktion hatten folgende Abmessungen:

Sparren	6/15	cm
Kehlbalken	6/10	cm
Windrispen	3/10	cm
Dachlatten	3/5	cm
Schwellen	3/15	cm.

Die Verbindung der Knoten erfolgte durch Nägel. Die gesamten Zimmerarbeiten einschließlich des Aufstellens der Dachstühle wurde durch die Firma Ludwig Schlenker, Braunschweig ausgeführt. Einzelheiten der Konstruktion der Dachstühle sind aus den Anlagen 5, 3 und 4 zu diesem Prüfbericht zu ersehen.

### 3. Behandlung mit einem Flammschutzmittel

Einer der beiden Dachstühle, im folgenden als Dachstuhl Nr. 2 bezeichnet, wurde von Facharbeitern des Instituts mit dem Flammschutzmittel "Albert-DS" behandelt. Das Flammschutzmittel wurde mit dem Pinsel in zwei Anstrichen nach den Verarbeitungsvorschriften des Herstellers aufgetragen. Die Auftragsmenge betrug etwa  $650 \text{ g/m}^2$  des gelösten Mittels, entsprechend einer Trockenkonzentration von etwa  $425 \text{ g/m}^2$ . Der Anstrich erfolgte entsprechend DIN 68 800 Ziff. 5.21 an dem fertigen, eingedeckten Dachstuhl drei Wochen vor dem Brandversuch. Es wurden also nur die zugänglichen Stellen mit dem Flammschutzmittel behandelt.

### 4. Versuchsdurchführung

Zur Durchführung des Brandversuches wurden 3 Hochdruckölbrenner etwa 50 cm über dem Erdboden durch eine der beiden Giebelwände in die Versuchsräume eingeführt. Die Messung der Brandtemperaturen erfolgte mit Thermoelementen aus NiCr.-Ni. Je sechs dieser Thermoelemente waren etwa gleichmäßig im Innern der Dachstühle verteilt. Außerdem waren zwei Temperatur-Meßstellen auf der dem Feuer abgekehrten Seite der Dachpfannen angeordnet. Die Lage der Temperaturmeßstellen ist aus der Skizze in Anlage 1 zu diesem Bericht zu entnehmen.

Während der Versuche wurden die Brandtemperaturen im Innern der Dachstühle in Anlehnung an die Einheitstemperaturkurve von DIN 4102 gesteigert. Es war jedoch nicht möglich, die in DIN 4102 geforderten Temperaturen in voller Höhe zu erreichen.

---

\*) Dem Kalkmörtel war eine geringe Menge Zement zugesetzt.

## 5. Meßergebnisse und Beobachtungen

Die mit dem elektrisch arbeitenden Siemens Holzfeuchtemesser 7 Tage vor den Versuchen bestimmte Holzfeuchte betrug bei beiden Dachstühlen (Sparren) 13 %. Die während der Brandversuche gemessenen Temperaturen sind als Mittelwerte in den folgenden Zahlentafeln 1 und 2 zusammengestellt. Eine Übersicht gibt die graphische Darstellung in Anlage 1.

Zahlentafel 1

Meßergebnisse am Dachstuhl Nr. 1  
(ohne Flammenschutzmittel)  
Außenlufttemperatur 8°C

Versuchsdauer in Min.	Temperaturen im Innern des Dachstuhls in °C			Außentemperatur auf den Dachziegeln .
	etwa 40 cm über Erdboden (*)	in Höhe des Kehlbalkens (**)	am First	
0	-	-	-	-
5	55	140	400	31
10	120	370	570	71
15	180	470	690	94
20	180	530	730	-
25	225	710	770	-
30	300	632	640	-
35	320	530	530	-
40	415	482	460	-
	Ölbrenner abgestellt			
45	275	377	345	-

\*) Mittelwert aus 2 Meßstellen

\*\*) Mittelwert aus 3 Meßstellen

Versuchsdauer  
Min.

Beobachtungen am Dachstuhl Nr. 1

- 0 Beginn des Versuches. Die Ölbrenner sind nur schwer zur Entzündung zu bringen.
- 6 Glasscheibe im Firstfenster zerspringt. Der Brand kommt jetzt besser zur Entwicklung. Die Holzteile im First sind entflammt.
- 15 Temperaturmeßstellen auf den Dachziegeln fallen ab. Auf den Dachziegeln tritt Kondenswasser aus dem Verstrichmörtel aus. Sprünge in den Dachziegeln.
- 23 Im oberen Teil des Daches tritt der erste Durchbrand auf. Zunächst ist eine Öffnung in der Größe von etwa 4 Dachziegeln vorhanden. Diese Öffnung erweitert sich ständig.



Versuchs-  
dauer  
Min.  
40

Beobachtungen am Dachstuhl Nr. 1 (Forts.)

Ölbrenner abgestellt; Versuch beendet. Die Dachziegel sind bis auf die untersten 4 Reihen und die seitlichen Ziegel fast alle abgefallen. Das Holz glimmt oder brennt mit kleinen Flammen weiter.

Der Zeitpunkt des ersten Entflammens der Konstruktion konnte infolge starker Rauchentwicklung nicht genau festgestellt werden.

Zahlentafel 2

Meßergebnisse am Dachstuhl Nr. 2  
(mit Flammenschutzmittel)  
Außenlufttemperatur 8°C

Versuchs- dauer in Min.	Temperaturen im Innern des Dachstuhls in °C			Außentemperatur auf den Dachziegeln.  *)
	etwa 40 cm über Erdboden *)	in Höhe des Kehlbalkens **)	am First	
0	-	-	-	-
5	95	185	220	40
10	170	442	680	73
15	180	395	470	76
20	160	420	580	85
25	310	650	680	93
30	465	707	690	109
35	525	805	800	162
40	352	503	535	-
45	285	388	400	-
50	375	493	475	-
55	390	434	435	-

\*) Mittelwerte aus zwei Meßstellen

\*\*) Mittelwerte aus drei Meßstellen

Versuchs-  
dauer  
Min.

Beobachtungen am Dachstuhl Nr. 2

0 Beginn des Versuches; die Ölbrenner sind nur schwer zum Zünden zu bringen.  
3 Erste Schaumbildung an den Holzteilen  
4 Glasscheibe im Firstfenster zerspringt  
8 Durch das Fenster werden mit dem austretenden Rauch Schaumpartikel ausgeschleudert.  
10 Beim kurzzeitigen Abstellen der Ölbrenner waren an den Holzteilen keine Flammen zu erkennen.

Versuchs-  
dauer  
Min.

Beobachtungen am Dachstuhl Nr. 2 (Forts.)

15	Die Dachlatten beginnen zu glimmen.
19	Auch die Windrispen und Kehlbalken entflammt.
23	Risse in den Dachziegeln.
30	Das Holz der Konstruktion liegt weitgehend frei; kein Schaum mehr zu erkennen.
33	Durchbrand. Flammen schlagen nach oben durch den Dachstuhl. Öffnung wird ständig weiter.
53	Ölbrenner abgestellt, die mittlere Zange ist fast durchgebrannt.

Während der Versuche wurde versucht, die Heiztemperaturen in beiden Dachstühlen gleichartig zu steigern. Es konnte nicht verhindert werden, daß von der 15. Minute nach Versuchsbeginn ab, die Temperaturen am First des Dachstuhles 2 etwas niedriger lagen als am First des Dachstuhles 1. Da besonders die Temperaturen am First für das Auftreten des Durchbrandes von Bedeutung sind, müssen diese Temperaturunterschiede bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse berücksichtigt werden.

Das Springen der Dachziegel trat bei beiden Dachstühlen zu verschiedenen Zeiten, aber bei gleichen Temperaturen auf. (etwa  $650^{\circ}$ ). Auch bei der ersten Zerstörung in der Dachhaut waren die Temperaturen in beiden Dachstühlen an den Schadenstellen etwa gleich hoch ( $750^{\circ}$ ). Zeitlich gesehen trat der Durchbrand bei dem mit dem Flammschutzmittel behandelten Dachstuhl 10 Minuten später auf.

Die Temperaturen in Kehlbalkenhöhe stimmten bei beiden Versuchen recht gut überein. Da der mit dem Flammschutzmittel behandelte Dachstuhl länger dem Feuer ausgesetzt war, ist zu erklären, daß dieser Dachstuhl einige Zeit nach dem Brand zusammenstürzte. Die für die Tragfähigkeit wichtigen mittleren Sparrenteile wurden infolge der längeren Versuchsdauer stärker durch das Feuer angegriffen, als bei dem unbehandelten Dachstuhl 1.

Nachdem der erste Durchbrand der Dachstühle eingetreten war, vergrößerte sich die Öffnung in der Dachhaut ständig. Die Versuche wurden daraufhin abgebrochen.

## 6. Zusammenfassung

Es wurden zwei Dachstühle gleicher Konstruktion Brandversuchen unterzogen. Einer der beiden Dachstühle war mit einem schaum-schichtbildenden Flammschutzmittel behandelt.

Bei beiden Dachstühlen kam der Brand erst zur vollen Entwicklung, nachdem die Glasfensterchen in den Giebelwänden zersprungen waren.

Das erste Entflammen des Holzes konnte bei dem unbehandelten Dachstuhl wegen starker Rauchentwicklung nicht genau festgestellt werden.

Der Durchbrand der Dachhaut trat bei beiden Dachstühlen an den gleichen Stellen in Firstnähe bei einer Temperatur von etwa 750°C auf. Diese Temperaturen wurden am First beim Dachstuhl Nr. 2 (mit Flammschutzmittel) etwas später erreicht.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß durch die Behandlung mit dem Flammschutzmittel unter den gewählten Versuchsbedingungen eine geringe Verzögerung des Abbrandes erreicht wurde.

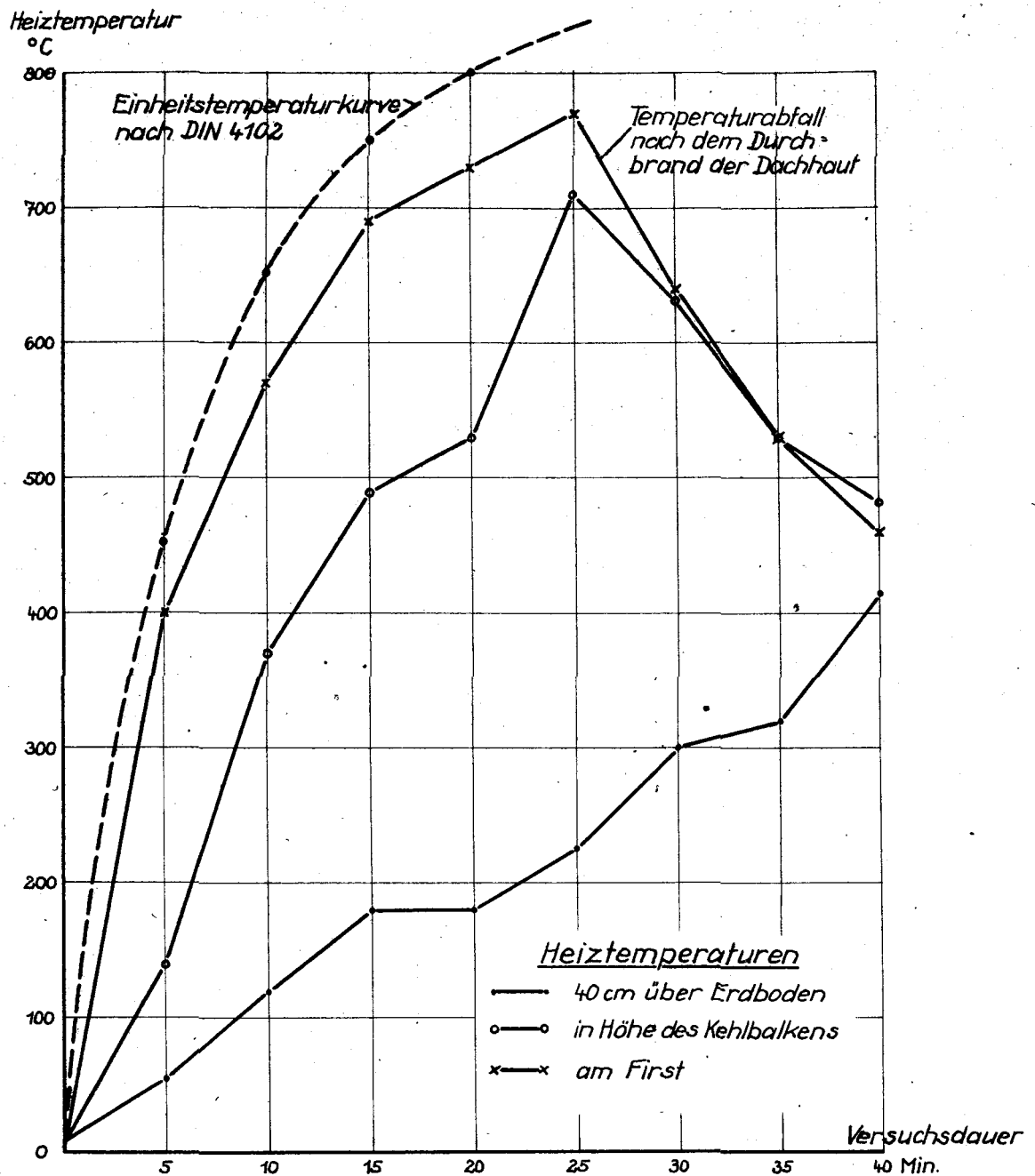
Der Direktor des Instituts

Der Sachbearbeiter

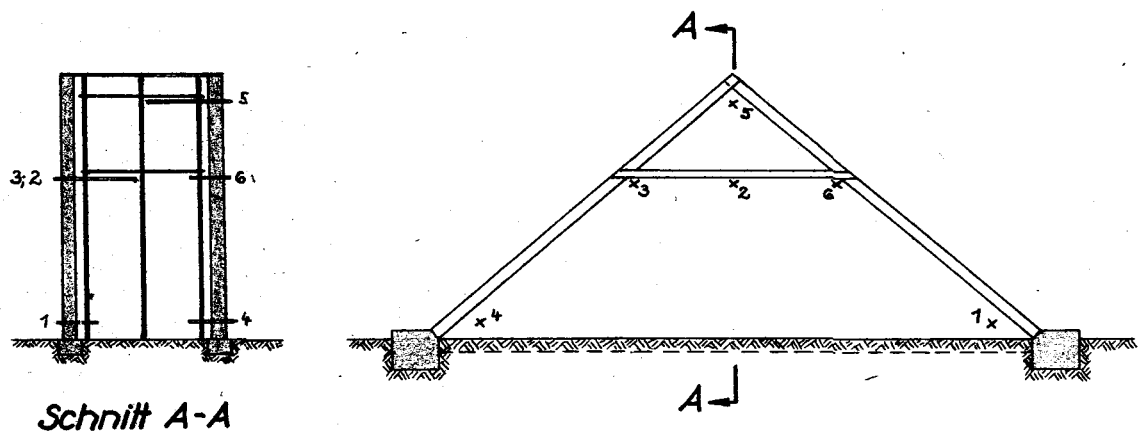
(Prof. Dr.-Ing. Kristen)

(Dipl.-Ing. Wierig)

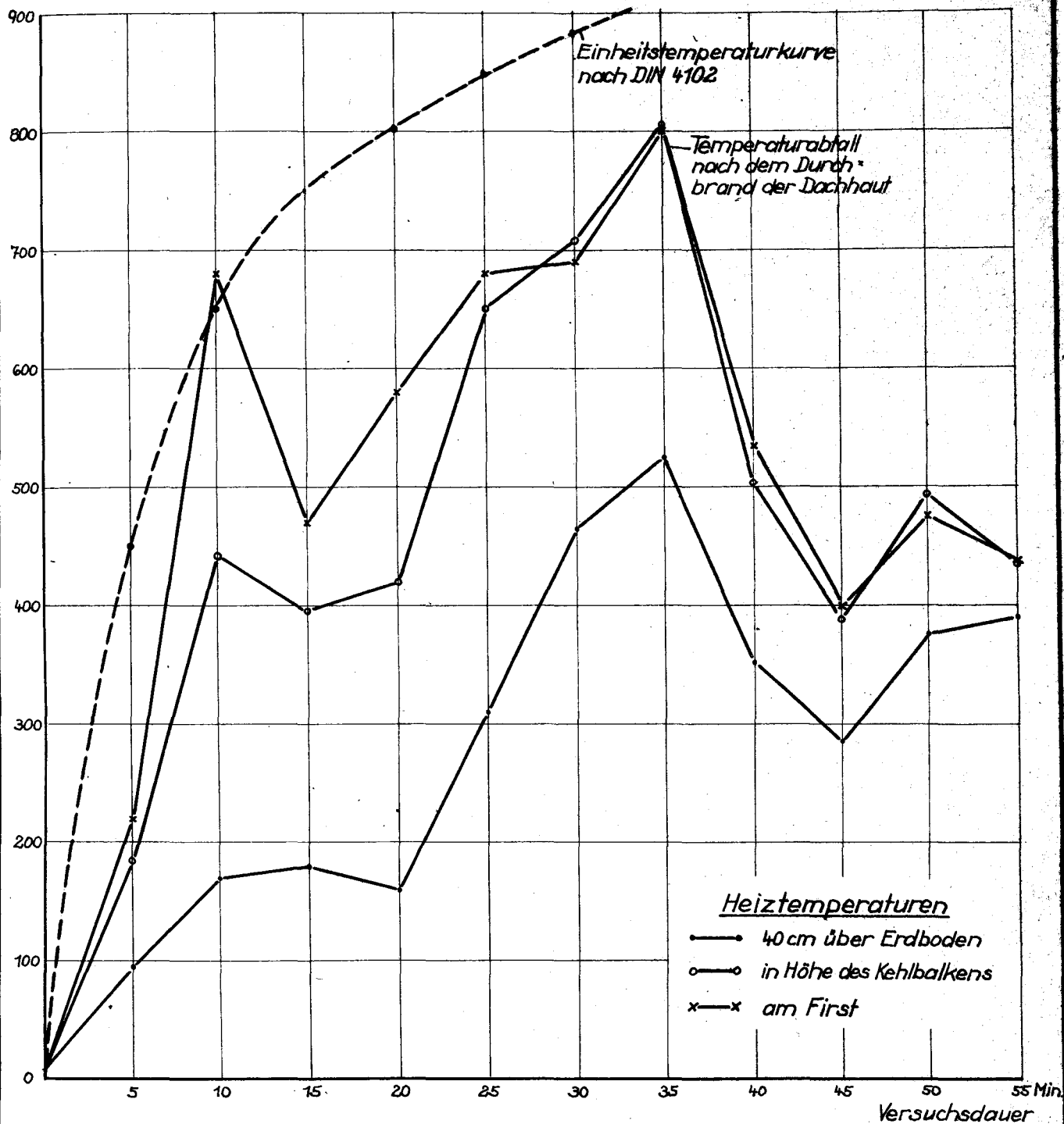
Braunschweig, 4. 12. 1957



Heiztemperaturen am Dachstuhl 1

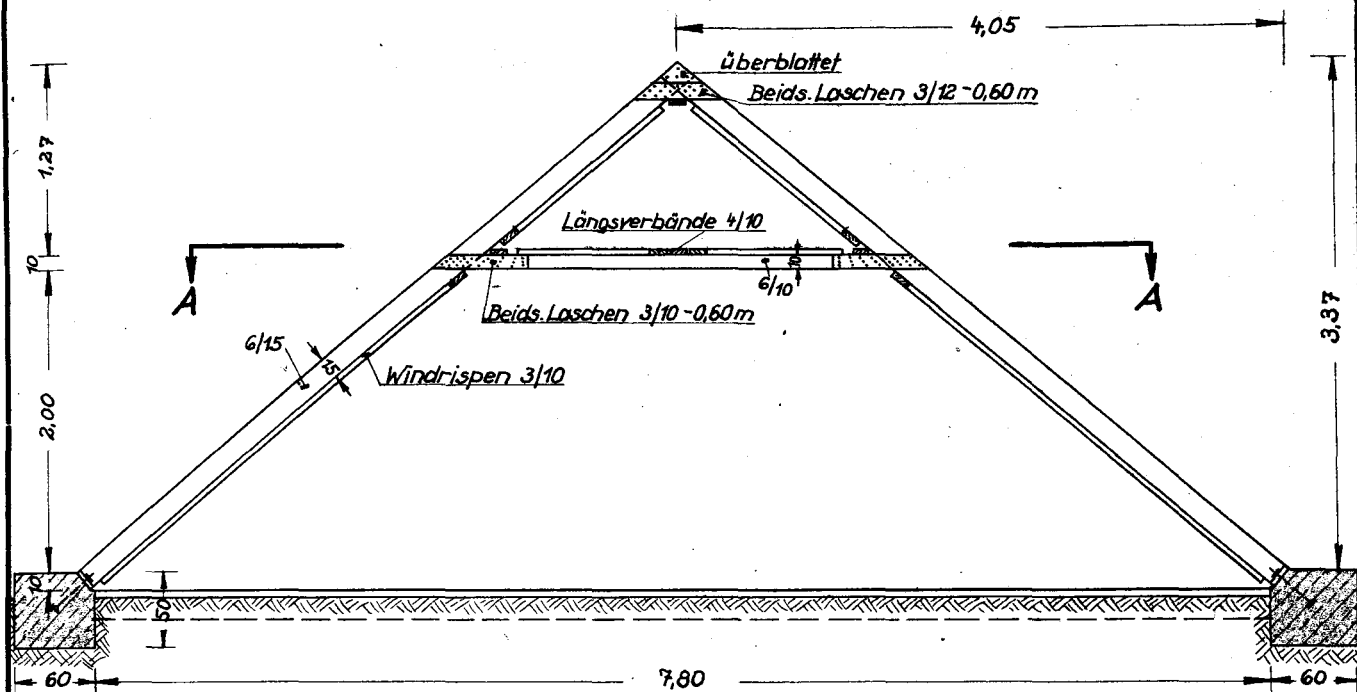


Heiztemperatur  
°C



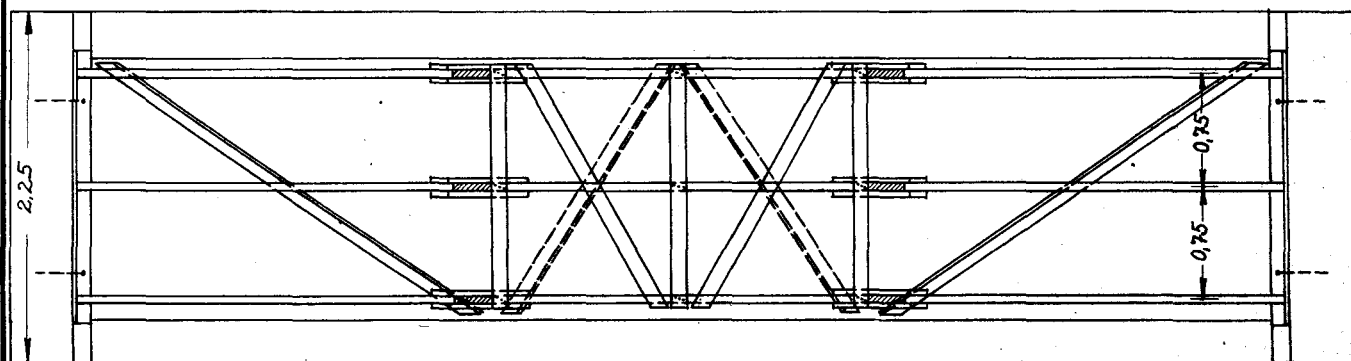
## Heiztemperaturen am Dachstuhl 2

Lage der Temperaturmeßstellen wie Dachstuhl 1

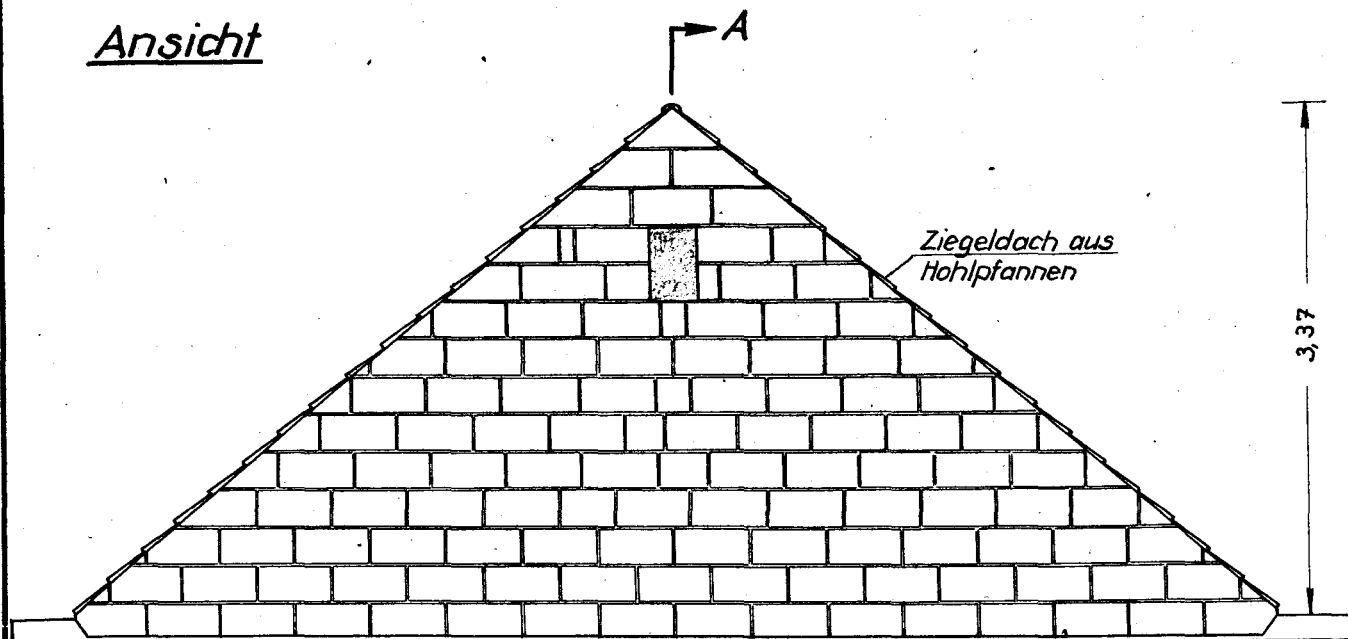


M. 1:50

### Schnitt A-A



# Ansicht



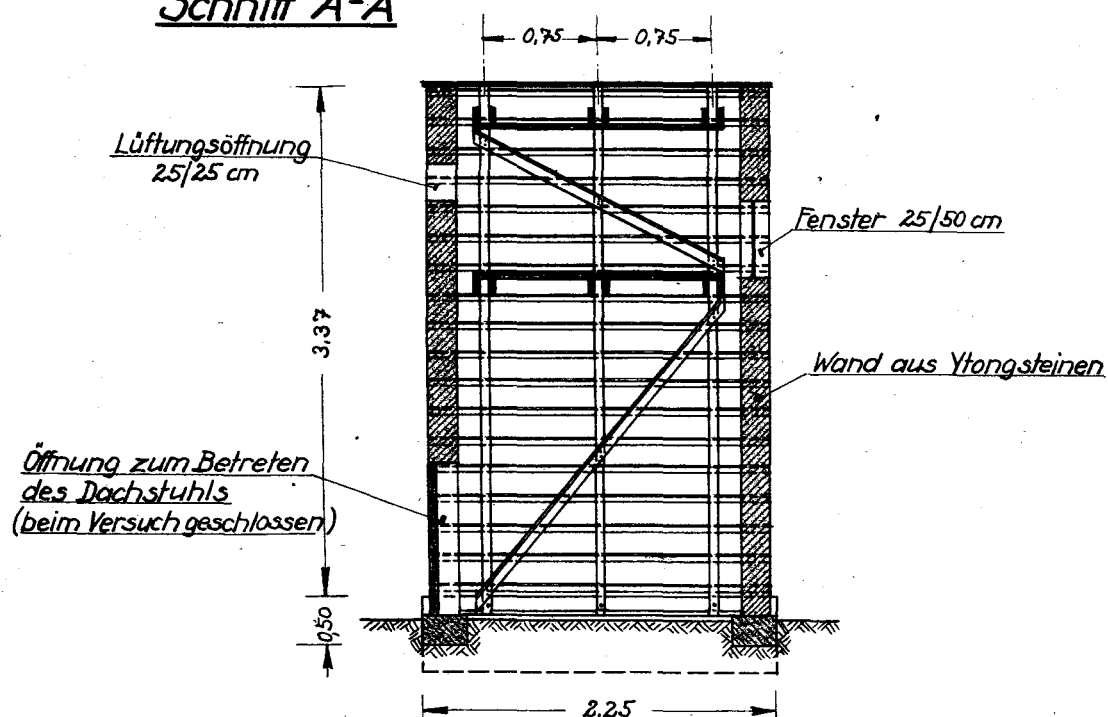
Ziegeldach aus  
Hohlpfannen

3,37

7,80

M. 1:50

## Schnitt A-A



Lüftungsöffnung  
25/25 cm

Fenster 25/50 cm

Wand aus Ytongsteinen

Öffnung zum Betreten  
des Dachstuhls  
(beim Versuch geschlossen)

3,37

0,25

2,25



Abb. 1 Versuchsdachstühle Holzkonstruktion



Abb. 2 Versuchsdachstühle vor dem Brandversuch



Abb.3 Dachstuhl Nr. 1 nach dem Brandversuch

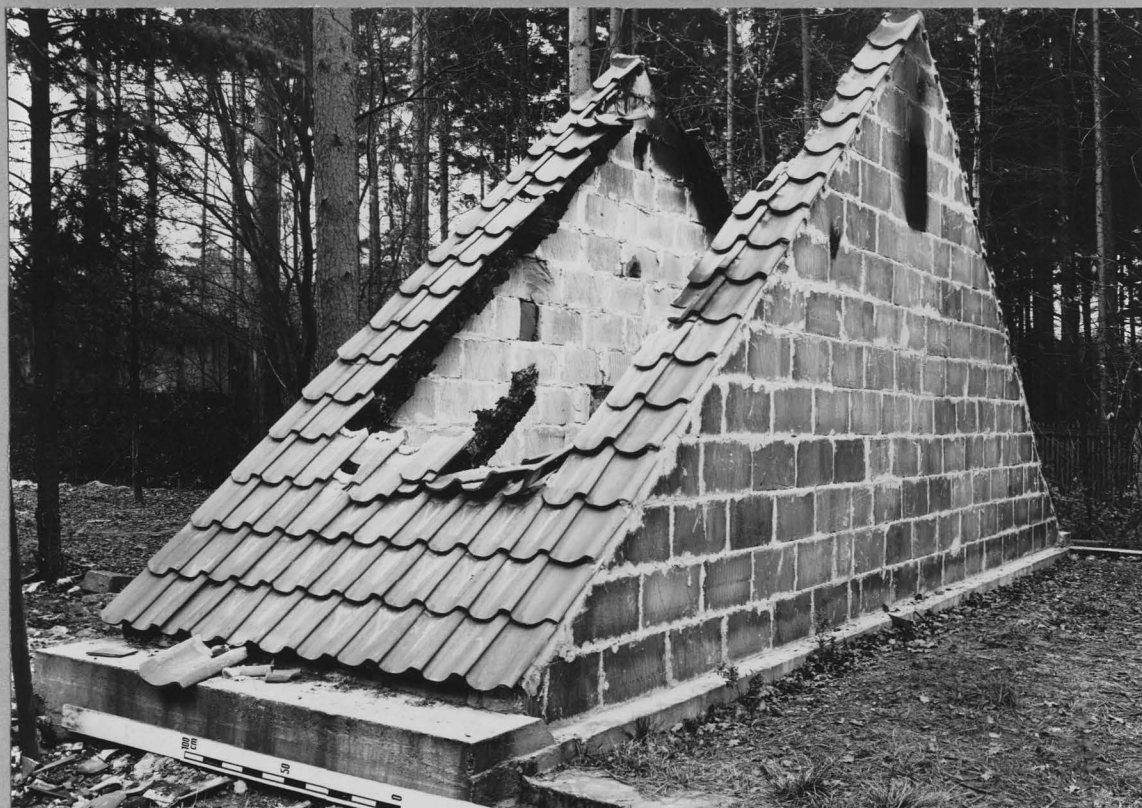


Abb. 4 Dachstuhl Nr. 2 nach dem Brandversuch

o.Prof. Dr.-Ing. Kristen  
Technische Hochschule Braunschweig  
Lehrstuhl für Baustoffkunde und  
Stahlbeton der Abt. für Architektur  
Direktor des Instituts für Baustoffkunde  
und Materialprüfung der Fakultät für Bauwesen

30. 5. 58  
404/Wie/Wi

### P r ü f b e r i c h t   N r .   3

über die Prüfung von fünf Holzbalken auf  
Widerstandsfähigkeit gegen Feuer und Wärme

Die Prüfungen wurden durchgeführt im Auftrage  
des Bundesministeriums für Wohnungsbau,  
Forschungsauftrag:

"Brandversuche an Holzkonstruktionen -  
Verbesserung des Feuerwiderstandes von Bauholz"

Az. II A 5 - 5073 Nr. 74/1/57

#### 1. Allgemeines

In Fortsetzung einer Reihe von Brandversuchen an verschiedenen Holzkonstruktionen (vergl. Prüfbericht Nr. 1 vom 19. 7. 1957 und Prüfbericht Nr. 2 vom 4. 12. 1957) wurden fünf Holzbalken, von denen vier mit einem Stoß in Feldmitte versehen waren, auf Widerstandsfähigkeit gegen Feuer und Wärme geprüft.

Diese fünf Brandversuche an Holzbalken sind als Vorversuche anzusehen. Sie sollten erste Anhaltspunkte für die Beurteilung der Widerstandsfähigkeit von ingenieurmäßig erstellten Holzbindern gegen Feuer liefern. Von besonderem Interesse waren zwei Fragen: Kann die Widerstandsfähigkeit von Binderkonstruktionen gegen Feuer durch Flammschutzmittel erhöht werden und wie verhalten sich die Verbindungsmittel (Nägel, Dübel, usw.) im Feuer.

#### 2. Beschreibung der Versuchsbalken

Alle fünf Versuchsbalken hatten Querschnittsabmessungen von 10 x 18 cm. Die Länge betrug 2,90 m. Vier von den Balken waren in Feldmitte gestoßen. Die Stoßverbindung erfolgte bei zwei Versuchsbalken mit genagelten Laschen, bei zwei Balken mit verdübelten Laschen. Zur Kraftübertragung dienten bei den genagelten Stößen auf beiden Seiten des Stoßes je 50 Nägel 40/160, bei den verdübelten Stößen je 8 Geka-Dübel



Ø 50 mm. Die Konstruktion der gestoßenen Versuchsbalken ist aus den Anlagen 1 und 4 zu ersehen.

Je einer von den mit genageltem bzw. gedübeltem Stoß versehener Balken war mit einem Flammschutzmittel versehen.

In Zahlentafel 1 sind die verschiedenen Versuchsbalken zusammengestellt.

Zahlentafel 1  
Übersicht über die Versuchsstücke

Versuchsstück Nr.	Stoß	Art des Stoßes	Flammschutz- mittel
1	nein	-	nein
2	ja	genagelt	nein
3	ja	genagelt	ja
4	ja	verdübelt	nein
5	ja	verdübelt	ja

### 3. Behandlung mit einem Flammschutzmittel

Die Versuchsstücke 3 und 5 wurden von Facharbeitern des Instituts mit Flammschutzmittel-Anstrichen versehen. Bei beiden Versuchs-  
stücken wurde der Anstrich in zwei Lagen aufgebracht. Es er-  
hielt nur die äußere Oberfläche der gestoßenen Balken einen  
Anstrich. Die Flächen unter den Laschen wurden nicht ge-  
strichen. Aus Zahlentafel 2 ist die Art der Anstriche der  
Versuchsstücke 3 und 5 zu ersehen.

Zahlentafel 2  
Flammschutzmittelanstrich der Versuchs-  
stücke 3 und 5

Versuchsstück Nr.	Flammschutz- mittel	Konzentration des Flammschutzmittel- anstriches
3	A-C mit D	526 g/m <sup>2</sup>
5	Albi SKK	410 g/m <sup>2</sup>

### 4. Versuchsdurchführung

Zur Durchführung der Brandversuche wurden die Versuchsbalken so in Brandhäuser eingebaut, daß sie den Flammen allseitig ausgesetzt waren. Die statische Lagerung erfolgte als Balken auf zwei Stützen. Zwei ungefähr in den Viertelpunkten der Spannweite von 2,70 m angreifende Einzellasten belasteten jeden Balken so, daß die Stöße der Balken mit den rechnerisch zulässigen Momenten beansprucht wurden. Die Belastung war so angeordnet, daß sie auch nach Durchbiegung der Balken während des Brandversuches voll wirksam blieb. In Zahlentafel 3 ist die Größe der Belastung bei den einzelnen Versuchsbalken zusammengestellt.

### Zahlentafel 3

#### Belastung der Versuchsbalken

Versuchsbalken Nr.	Art des Stoßes	Belastung durch 2 Einzel-lasten v. je	rechnerische Randspannung im Balken	Maximal von einem Dübel bzw. Nagel aufgenommene Kraft
1	-	510 kg	80 kg/cm <sup>2</sup>	-
2	Nagel	350 kg	55 kg/cm <sup>2</sup>	95 kg
3	Nagel	350 kg	55 kg/cm <sup>2</sup>	95 kg
4	Dübel	510 kg	80 kg/cm <sup>2</sup>	700 kg
5	Dübel	510 kg	80 kg/cm <sup>2</sup>	700 kg

Die Messung der Brandtemperaturen in der Brandkammer erfolgte mit NiCr.-Ni-Thermoelementen.

Die Versuchseinrichtung ist aus Anlage 2 zu ersehen.

Unmittelbar vor den Brandversuchen wurde der Feuchtigkeitsgehalt der Holzbalken mit dem elektrisch arbeitenden Siemens-Holzfeuchtemesser festgestellt.

Die Temperaturerhöhung in der Brandkammer während der Brandversuche entsprach der Einheitstemperatur-Zeitkurve DIN 4102.

#### 5. Meßergebnisse und Beobachtungen

Die während der Brandversuche gemessenen Temperaturen sind in Zahlentafel 4 zusammengestellt.

### Zahlentafel 4

#### Meßergebnisse an den Versuchsbalken

Versuchsbalken Nr.	Feuchtigkeitsgehalt vor dem Versuch %	Meßergebnisse während des Brandversuches	
		Versuchsdauer in Min.	mittl. Temperatur in der Brandkammer °C
1	14,3	0	-
		5	462
		10	630
		15	775
		20	etwa 810
		20	Zusammenbruch
2	11,5	0	-
		5	465
		10	625
		15	740
		20	807
		25	848
		27	Zusammenbruch

Fortsetzung

Fortsetzung:

Versuchsbalken Nr.	Feuchtigkeits- gehalt vor dem Versuch %	Meßergebnisse während des Brandversuches	
		Versuchsdauer in Min.	mittl. Temperatur in der Brand- kammer °C
3	14,0	0	-
		5	452
		10	622
		15	725
		20	795
		28 1/2	Zusammenbruch
4	11,3	0	-
		5	605
		10	675
		15	Zusammenbruch
5	11,8	0	-
		5	548
		10	665
		15	725
		20	Zusammenbruch

Beobachtungen:

Der Versuchsablauf war bei allen 5 Brandversuchen ähnlich. Etwa 1 Minute nach Versuchsbeginn war an den Balken ein starkes Knistern festzustellen; bald darauf, etwa in der 3. bis 4. Minute nach Versuchsbeginn entflammten die Balken. Die ersten Flammen traten - auch bei den mit Flammenschutzmittel behandelten Balken - in der Fuge zwischen Lasche und Balken auf. Von hier aus fraßen sich die Flammen langsam weiter. Besonders ungünstig wirkte sich aus, wenn die Balken im Bereich der Stoßlaschen nicht ganz scharfkantig waren, weil die Flammen dann eine bessere Angriffsfläche hatten. Das war z.B. bei den Versuchsbalken Nr. 3 und 4 der Fall.

Die Schaumschichtbildung war sowohl beim Versuchsbalken Nr. 3 als auch beim Balken Nr. 5 nur ziemlich gering. Der Zusammenbruch trat bei den gedübelten Balken durch Versagen der Dübelverbindung ein, sobald das Holz an den Dübelzähnen verkohlt war. Demgegenüber verhielten sich die beiden Balken mit genageltem Stoß günstiger. Der Balken Nr. 3 ging z.B. nicht am Stoß selbst sondern unmittelbar daneben zu Bruch. Vor Eintreten des Bruches waren bei den Nagelbindern in der Zugzone Risse in den Laschen zu erkennen, die die einzelnen Nagellöcher verbanden. Die Deformationen waren bei den Versuchsbalken mit verdübeltem Stoß größer als bei den Balken mit genageltem Stoß.



## 6. Zusammenfassung

Es wurden fünf auf Biegung beanspruchte Holzbalken auf Widerstandsfähigkeit gegen Feuer geprüft. Von diesen Balken waren vier in Feldmitte gestoßen. Bei zwei Balken war der Stoß als Dübelstoß, bei zwei Balken als Nagelstoß ausgeführt. Zwei der Versuchsbalken hatten einen Flammschutzmittelanstrich.

Die Brandversuche zeigten, daß sich die genagelten Stöße - wahrscheinlich infolge der gleichmäßigeren Kraftverteilung - etwas besser verhalten als die verdübelten Stöße. Die Behandlung mit einem Flammschutzmittel wirkte sich in einem Fall vorteilhaft, im anderen Fall nachteilig aus. Die durch die Flammschutzmittelbehandlung bewirkte Veränderung der Zeit bis zum Zusammenbruch ist jedoch verhältnismäßig gering, so daß sie ebenso auch auf die natürlichen Streuungen des Materials zurückgeführt werden können.

Der Direktor des Instituts

Der Sachbearbeiter

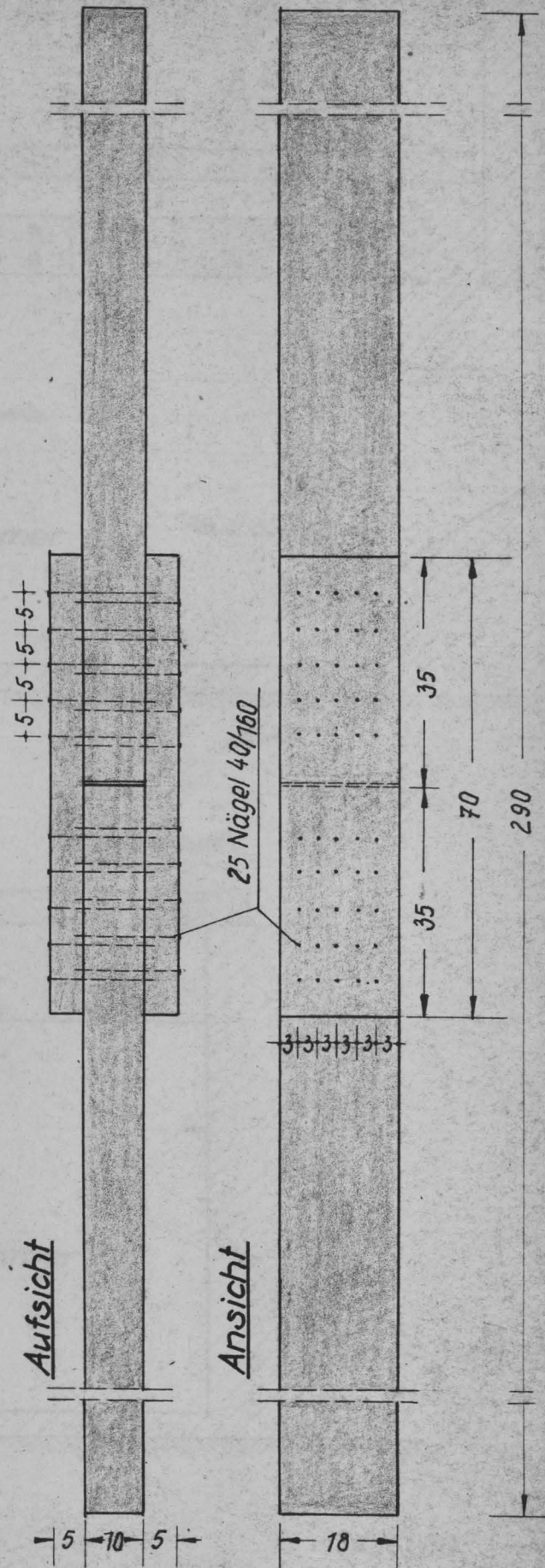
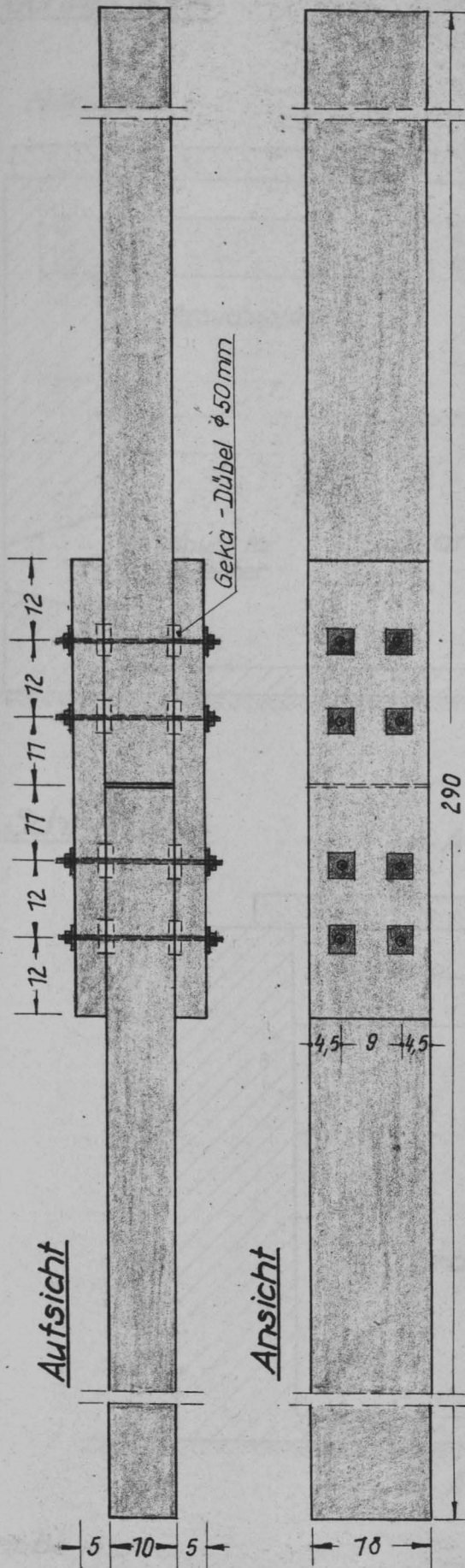
(Prof. Dr.-Ing. Kristen)

(Dipl.-Ing. Wierig)

Braunschweig, 31. Mai 1958

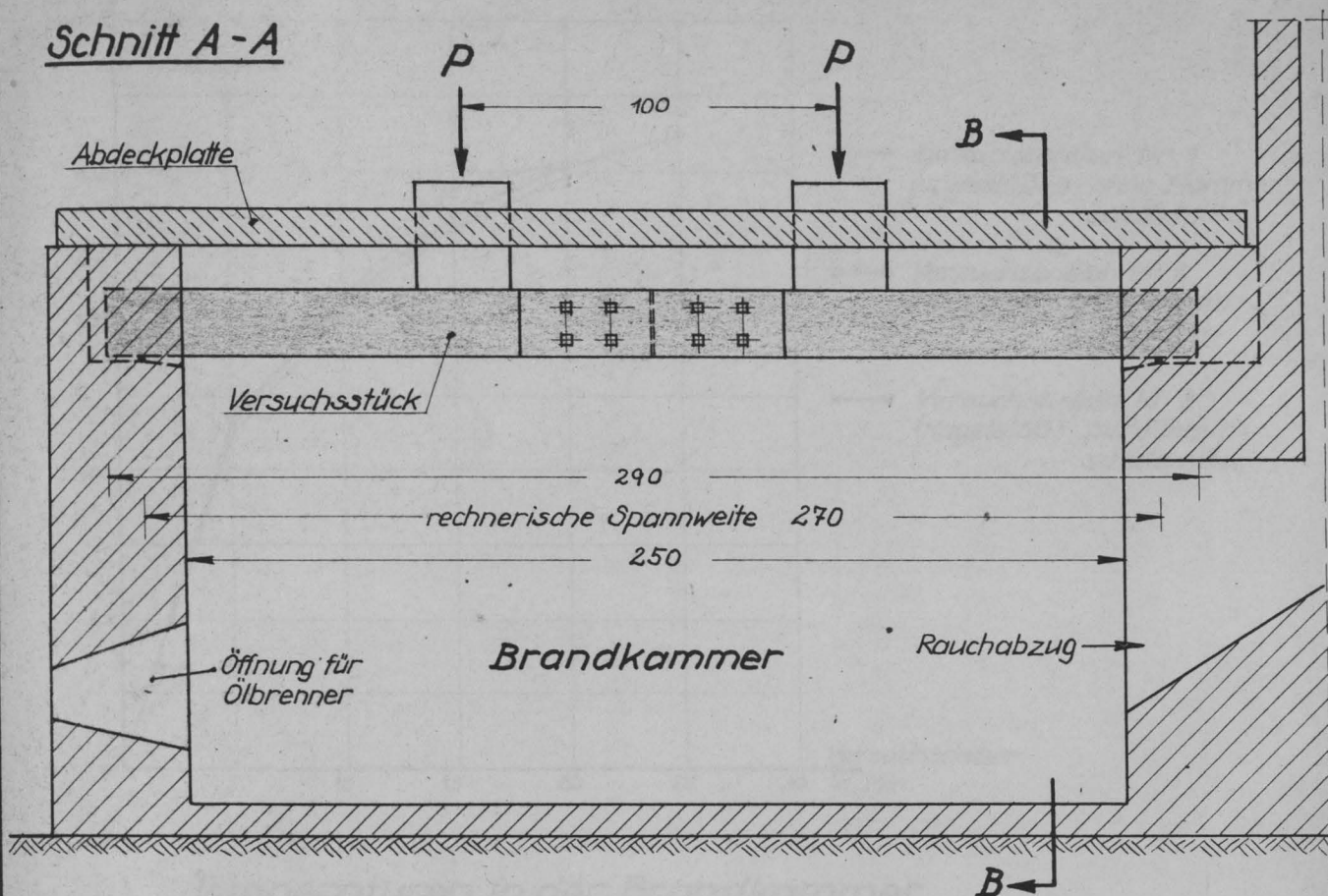
Holzbalken mit gedübeltem Stoß

Holzbalken mit genageltem Stoß

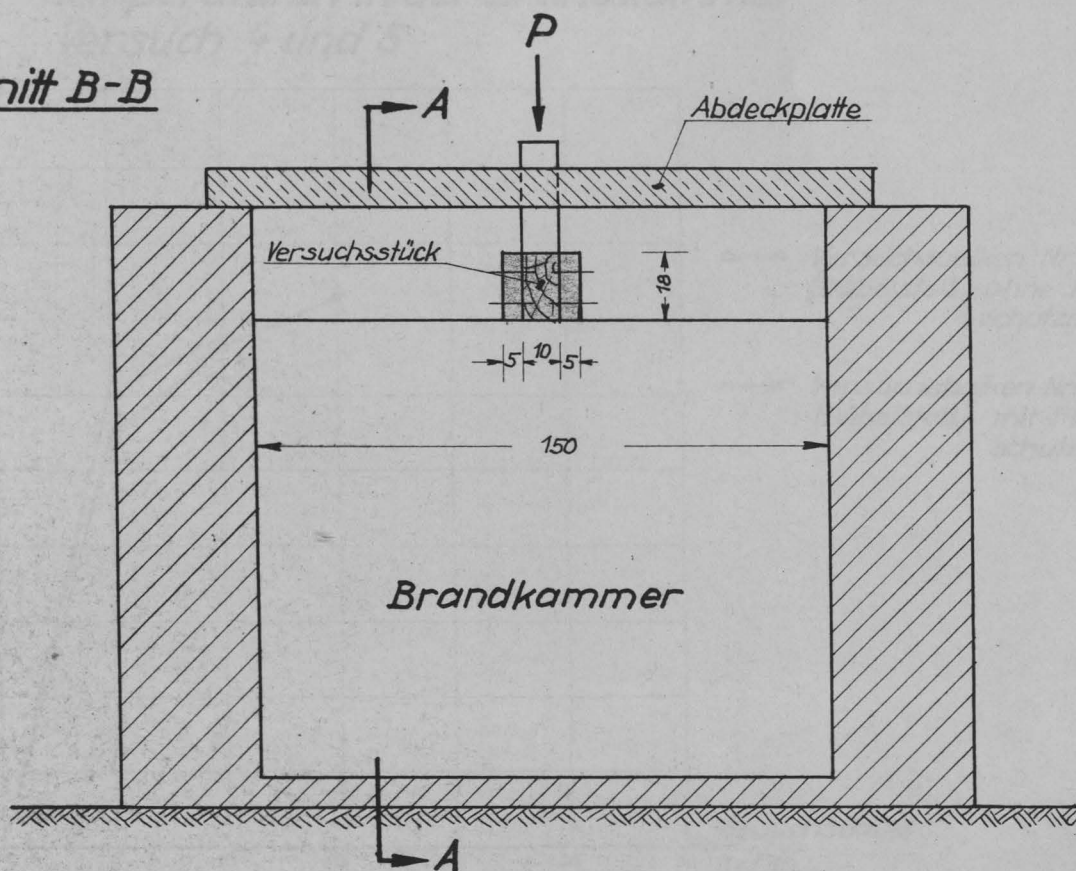


# Versuchsanordnung

## Schnitt A-A



## Schnitt B-B



Maße in cm

M. 1:20

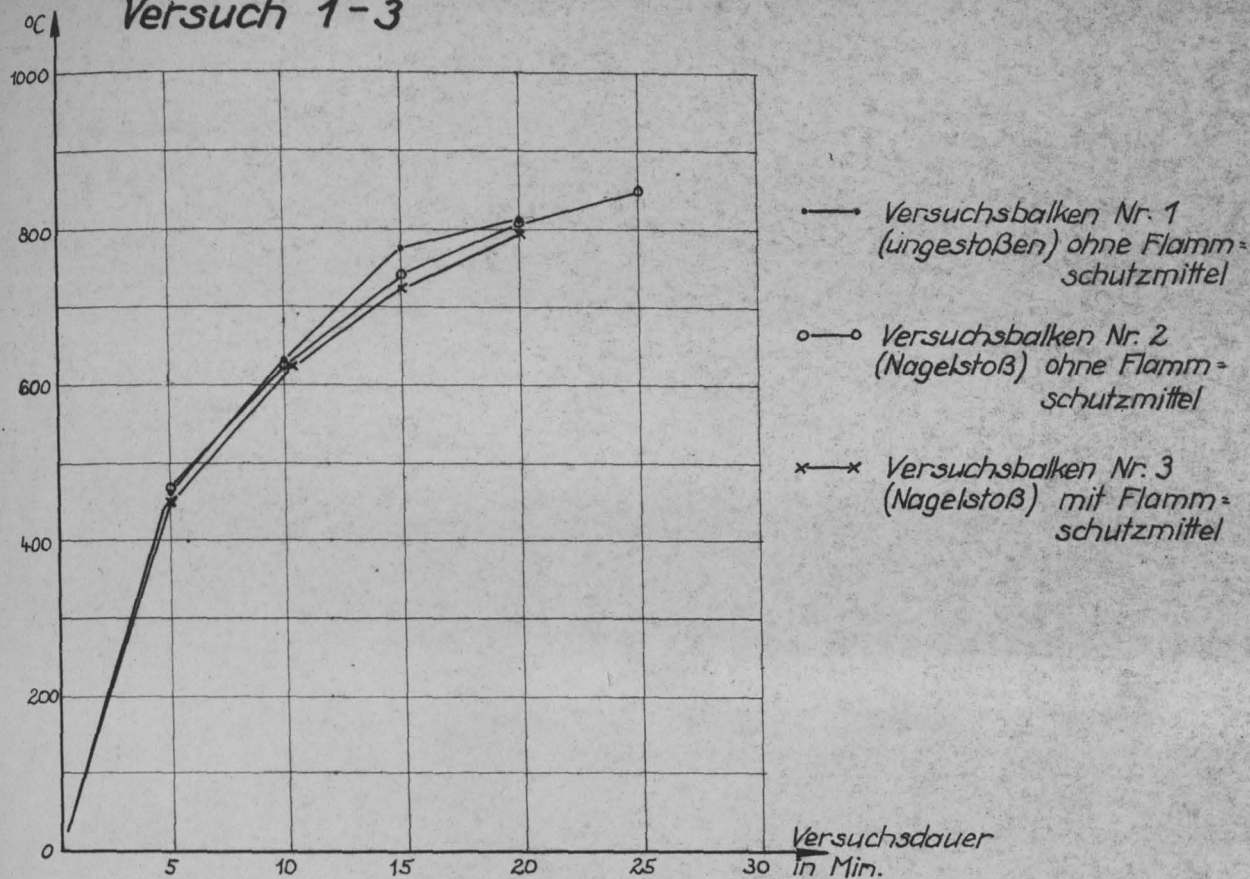
Institut  
für Baustoffkunde  
und Materialprüfung  
T. H. Braunschweig

*Brandversuche an Holzbalken*

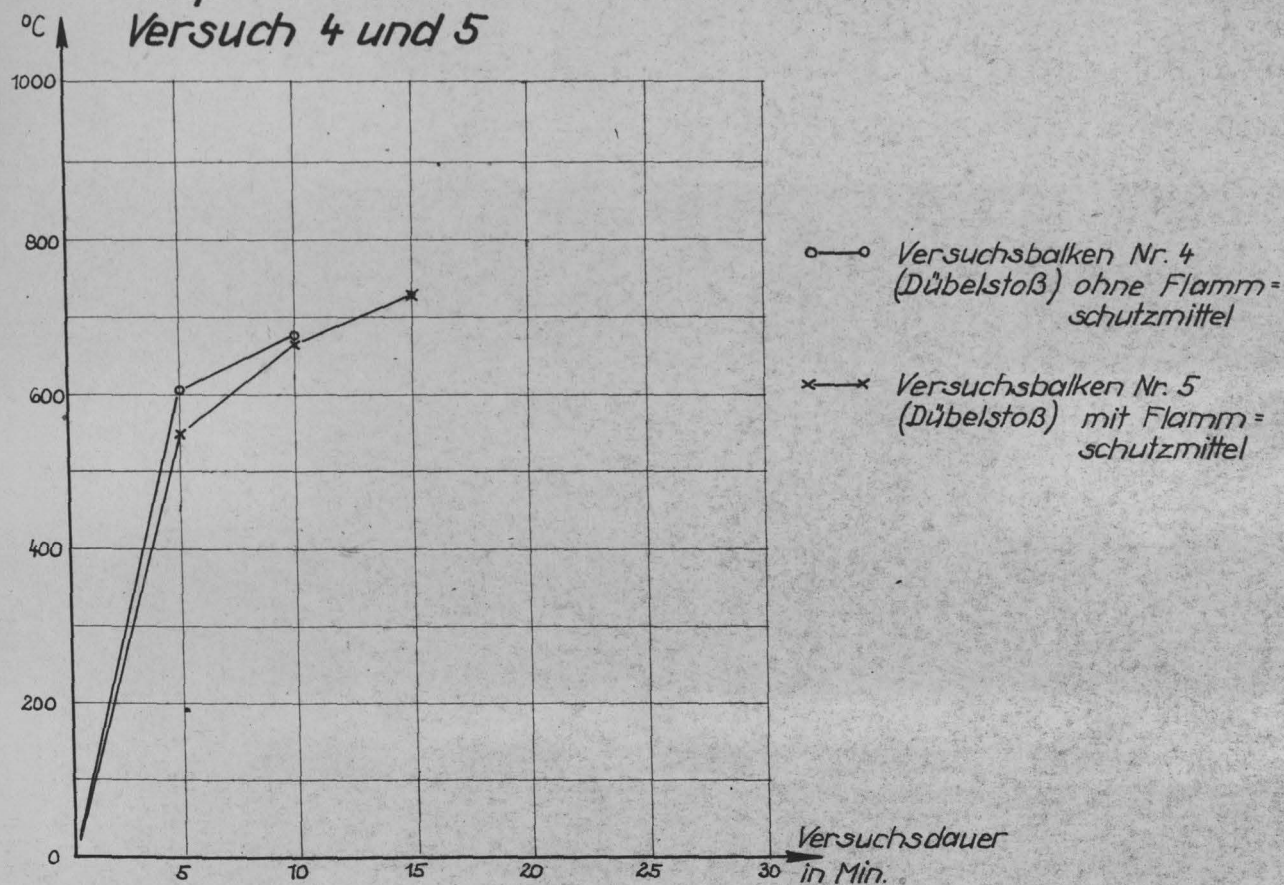
Anlage 2 zum  
Prüfbericht  
Nr. 404 v. 30.5.1958



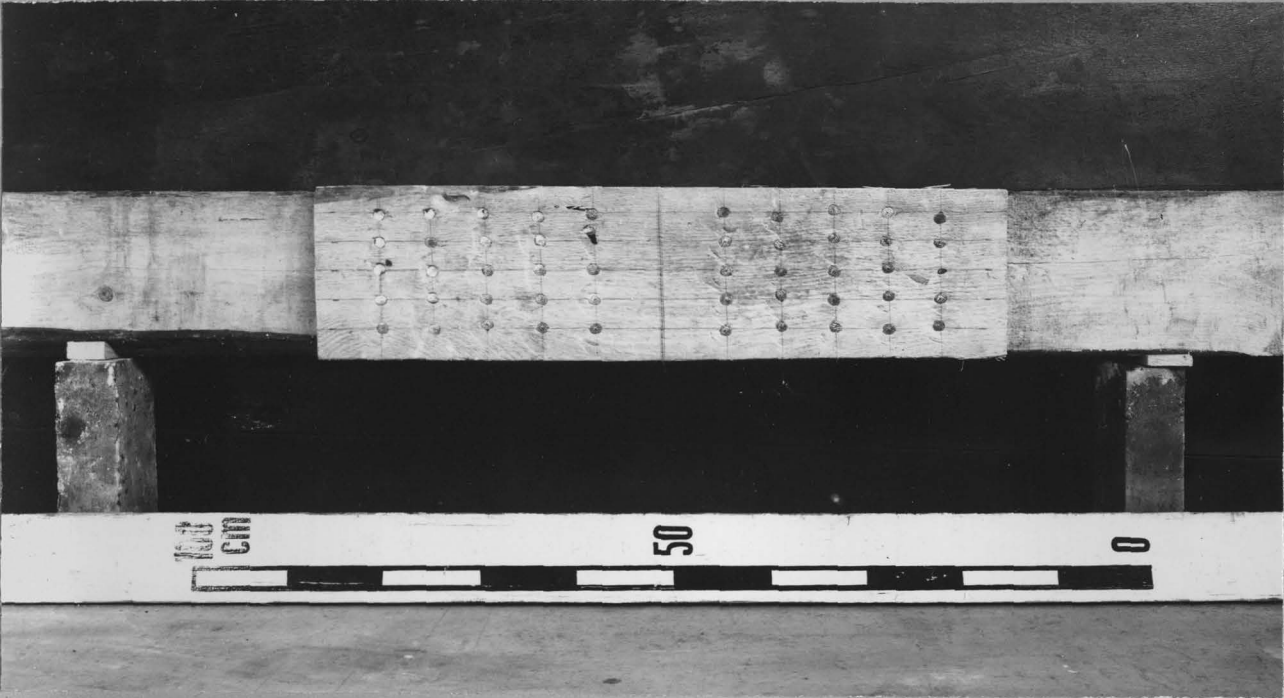
## Temperaturen in der Brandkammer Versuch 1-3



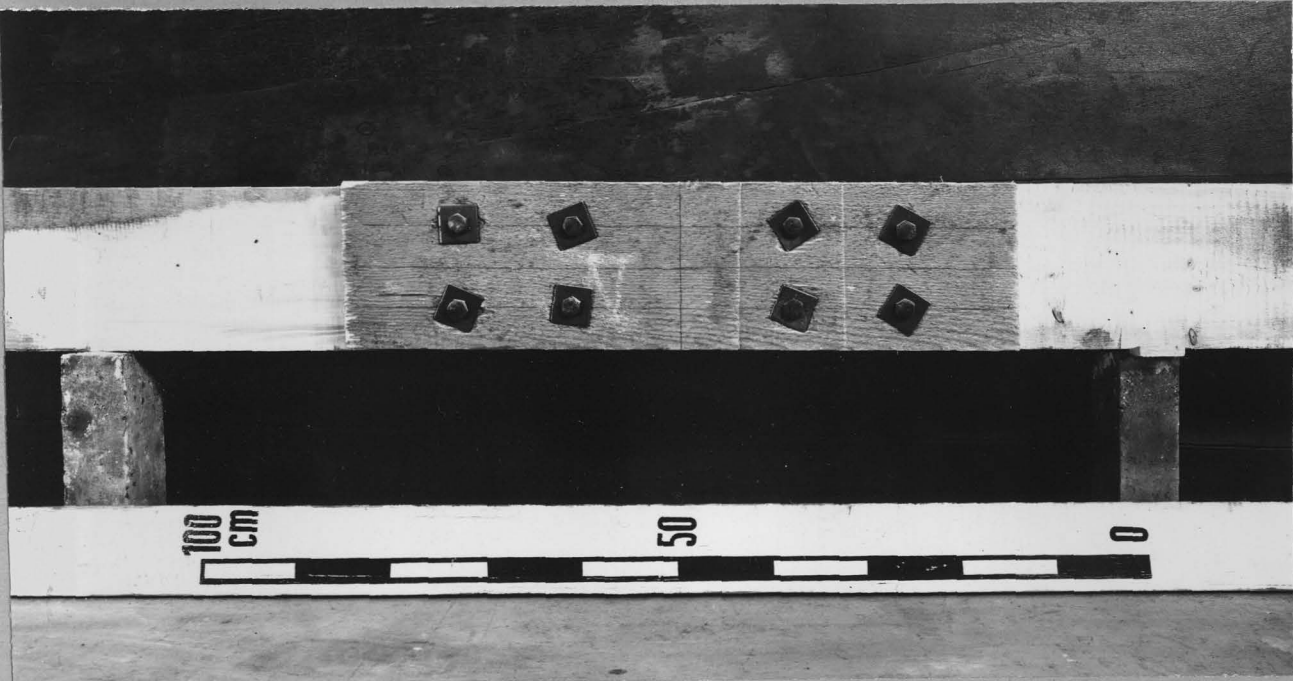
## Temperaturen in der Brandkammer Versuch 4 und 5



Konstruktion des Nagelstoßes



Konstruktion des Dübelstoßes





Holzbalken ohne Flammschutzmittel (genagelter Stoß)  
nach dem Brandversuch



Holzbalken ohne Flammschutzmittel (gedübelter Stoß)  
nach dem Brandversuch



Holzbalken ohne Flammschutzmittel (ohne Stoß)  
nach dem Brandversuch



Holzbalken mit Flammschutzmittel (genagelter Stoß)  
nach dem Brandversuch

